뇌동맥류에 의한 신경 압박의 GDC 색전 치료 반응

포천중문의과대학 분당차병원 신경외과학교실, 진단방사선학교실*
박진영 · 안정용 · 허 륭 · 최훈규 · 이병희* · 신문수 · 정봉섭

= Abstract =

Aneurysms Presenting with Neural Compression : Response to Treatment with Guglielmi Detachable Coils Embolization

Jin Young Park, M.D., Jung Yong Ahn, M.D., Ryoong Huh M.D., Hun Kyu Choi, M.D., Byung Hee Lee, M.D.,* Moon Soo Shin, M.D., Bong Sub Chung, M.D.

Departments of Neurosurgery and Diagnostic Radiology, Pundang CHA Hospital, Pochon CHA University College of Medicine, Pochon, Korea*

Objectives : Embolization of intracranial aneurysms by using Guglielmi detachable coils(GDC) is proving to be a safe method of protecting aneurysms from rupture. Occasionally, patients with unruptured intracranial aneurysms present with symptoms related to the aneurysm's mass effect on either the brain parenchyma or cranial nerves. In the present study, the authors conducted a retrospective review to evaluate the response to GDC embolization in a series of 6 patients presenting with cranial nerve dysfunction due to mass effect.

Patients and Methods : Aneurysms were classified by size, shape, and amount of intraluminal thrombus. Patients were classified by duration of symptoms prior to GDC treatment(range<1 month to>4 years). Clinical assessment was performed within days of the GDC procedure and at later follow-up appointments(range 5-16 months, mean 9 months).

Results : In the immediate post-GDC embolization period, one of the five patients had transient worsening of third nerve palsy, which later improved to better than baseline status. Two patients who presented with third nerve deficit from a internal carotid artery-posterior communicating artery junction aneurysm had complete recovery. One patient who presented with hemiparesis and dysarthria from a giant mid-basilar aneurysm showed improvement of these symptoms. One patient who presented with sixth cranial nerve deficit from a cavernous aneurysm showed no change at the 8-months follow-up examination.

Conclusion : The endovascular treatment of intracranial aneurysms by using GDC is suggested as an alternative therapeutic method for improving or alleviating neurological deficits produced by mass effect.

KEY WORDS : Aneurysm · Mass effect · Embolization · Guglielmi detachable coil.

서 론

Guglielmi detachable coil(GDC)을 이용한 뇌동맥류의 혈관내 중재적 치료는 동맥류의 파열에 대한 예방 방법 중 하나로 알려져 있다[10-12)20)]. 뇌동맥류에 의한 증상은 출혈로 인한 증상 외에 동맥류 자체나 혈전 등에 의한 뇌조직이나 뇌신경 압박 증상이 있다. GDC 색전술의 동맥류에 대한 치료 후 신경 압박에 의한 증상은 호전, 불변, 또는 악화 등 다양한 반응을 보인다[5)14-16)18)]. 동맥류에 의한 신경 압박의 GDC 색전술의 치료 결과는 비교적 드물게 보고되고 있으나[9)19)23)24)], 추적 관찰의 기간이 짧고 색전술에 대한 효과의 기전이 정확히 알려져 있지 않다.

본 교실에서는 신경 압박에 의한 신경학적 징후를 동반한

비파열성 뇌동맥류 5례를 GDC 색전술로 치험하였다. 문헌 고찰과 함께 동맥류가 신경 압박을 일으키는 기전과 동맥류에 대한 GDC 색전술의 효과에 대하여 논하고자 한다.

대상 및 방법

1996년 4월부터 2000년 4월까지 본원에서 59례의 뇌동맥류에 대한 혈관내 GDC 색전술을 시행하였다. 그 중에서 5례(8.5%)의 비파열성 동맥류가 신경 압박의 증상을 보였다. 전부 여자였으며, 연령은 29세부터 62세(평균 40세)까지 다양하였다. 1명은 뇌간 압박 증상인 우측 반신 부전마비를 보였고, 나머지 4례는 뇌신경 마비가 있었다. 뇌신경 마비의 3례는 제3번 뇌신경 마비였으며, 나머지 1례는 제6번 뇌신경 마비였다. 치료 전까지의 증상의 기간은 3일에서 1년까지 다양하였다. 추적 검사는 시술 후 5개월에서 16개월(평균 9개월)까지 이루어졌으며, 뇌신경 마비는 호전, 불변, 악화로 구분하였다. 평가 시점은 마지막 추적 검사 기간의 직전의 상태를 기준으로 하였다.

뇌혈관촬영에서 동맥류의 크기와 모양을 분류하였다. 모양은 전례에서 구형 동맥류였고, 크기는 2례는 소형, 2례는 대형, 나머지 1례는 거대 동맥류였다. 동맥류 경부의 크기는 3례는 직경이 4mm 이하였으며, 2례는 4mm 초과를 보였다. 뇌전산화 단층촬영, 뇌자기공명영상 및 혈관촬영의 소견으로 동맥류 내의 혈전의 정도를 관찰하였다. 동맥류의 위치는 3례는 후교통 동맥, 1례는 해면 정맥동 부위의 내경 동맥, 나머지 1례는 기저 동맥의 중간 부위에서 발생하였다(Table 1).

결 과

5례 중 4례에서 호전을 보였고, 1례에서는 변화가 없었다. 호전된 4례 중 1례는 시술 직후 일시적으로 악화되었다가 호전되었다(Table 2). 호전된 4례에서 치료의 반응이 보이기 시작한 시간은 12시간 이전이 2례, 2일 이전이 1례, 1례는 5일 이내에 호전되었다(Table 2).

마지막 추적 검사시의 뇌혈관 촬영에서 전례에서 동맥류 내에 5% 이내의 조영제가 관찰되었다.

증 례 1 : 제3번 뇌신경 마비를 동반한 후교통 동맥 동맥류

환 자 : 김○○, 여자, 29세.

현병력 : 한달 반전부터 복시 증상이 생기고 3일전부터 안검 하수로 내원하였다. 신경학적 검사상 좌측 동공 부동(3mm/5mm)이 있었으며, 좌측 동공 반사는 관찰되지 않았다. 좌측 안검은 불완전 안검 하수의 소견을 보였다(Fig. 1A). 뇌혈관조영술상 좌측 후교통 동맥에 2.5×3.9×8.1 mm 크기의 동맥류가 관찰되었다(Fig. 1C).

시술 소견 및 시술 후 결과 : 5개의 detachable coils을

Table 1. Clinical presentation and aneurysm characteristics in 5 patients treated by GDC embolization

Case No.	Age/Sex	Aneurysm location	Aneurysm size(mm)	Aneurysm shape & neck size #	Degree of Thrombosis †	Presenting clinical signs	Duration of symptoms
1	29/F	PCoA	8	Saccular, small	None	CN III palsy	3 days
2	34/F	PCoA	6	Saccular, small	None	CN III palsy	11 days
3	42/F	PCoA	18	Saccular, small	Minimal	CN III palsy	1 month
4	62/F	Cavernous ICA	22	Saccular, wide	Majority	CN VI palsy	1 year
5	31/F	Mid-BA	30	Saccular, wide	Majority	Hemiparesis	1 year(2weeks) ‡

*: Abbreviation- F: Female, PCoA: Posterior communicating artery, ICA: internal carotid artery, BA: basilar artery, CN: cranial nerve
#: Neck size- small neck(≤4mm), wide neck(>4mm)
†: Degree of thrombosis- Computerized tomography scanning, magnetic resonance imaging and angiographic data were used to classify the degree of thrombus within the aneurysm lumen.
‡: Aggravated duration of symptoms

Table 2. Response of mass effect symptoms following GDC treatment and current clinical status in 5 patients

Case No.	Response of mass effect	Interval of early response	Residual filling(%)	Follow-Up
1	Improvement	Within 12 hours	0	12 months
2	Improvement	Within 12 hours	0	6 months
3	Improvement*	Within 5 days	0	16 months
4	Unchanged	-	3	5 months
5	Improvement	Within 2 days	5	7 months

*: Case number 3 had immediate worsening of third nerve palsy, which later improved to better than baseline status within 5 days.

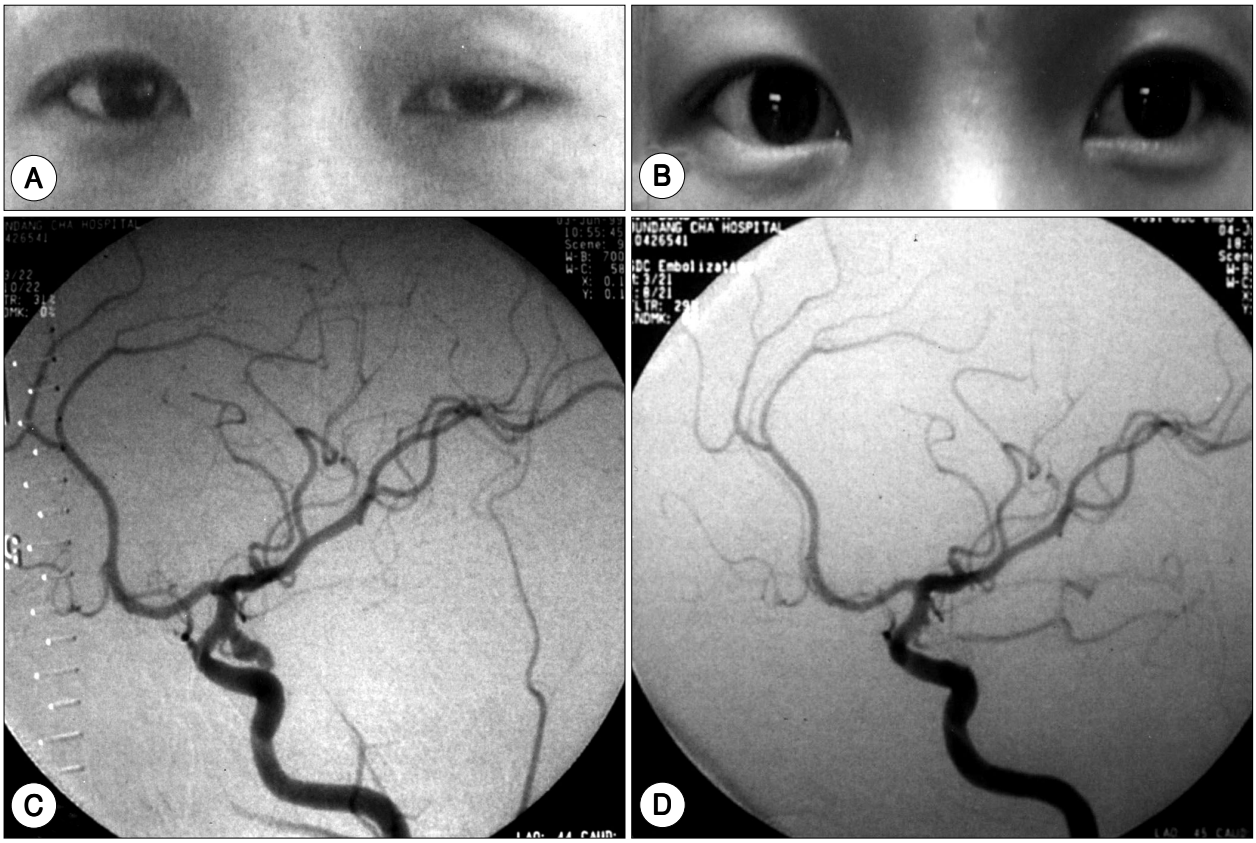

Fig. 1. A : Photograph showing ptosis on the left eyelid at admission. B : Photograph revealing resolved ptosis 5 months later. C : Left carotid angiogram, demonstrating 2.5×3.9×8.1mm sized, enlongated aneurysm arising from the posterior communicating artery with the narrow neck. D : Left carotid angiogram obtained at five months after the embolization demonstrating persistent coil packing in the aneurysm sac.

이용한 뇌동맥류 색전술을 시행하였으며 시술 중 후대뇌동맥의 수축이나 파열은 없었다. 시술 후 12시간 이내에 호전되기 시작하여, 1주일 째에 좌측 동공반사 및 안검 하수가 완전히 회복되었다(Fig. 1B). 시술 5개월 후에 시행한 혈관조영술상 뇌동맥류 내의 코일의 상태는 변화 없었다(Fig. 1D).

증 례 2 : 제 3 번 뇌신경 마비를 동반한 후교통 동맥 동맥류

환 자 : 추○○, 여자, 34세.

현병력 : 내원 14일 전부터 두통, 11일전부터 우측 안검 하수가 있었다. 신경학적 검사상 우측 동공 부동(6mm/3mm), 우측 동공의 대광 반사는 없었으며 불완전 안검 하수가 관찰되었다(Fig. 2A). 뇌혈관조영술상 우측 후교통 동맥에 2.8×3.8×6.0mm 크기의 동맥류가 관찰되었다(Fig. 2C).

시술 소견 및 시술 후 결과 : 5개의 detachable coils을 이용한 뇌동맥류 색전술을 시행하였다. 시술 후 12시간 이내에 호전되기 시작하여(Fig. 2B), 1주일 째에 좌측 동공반사 및 안검 하수가 완전히 회복되었다. 시술 6개월 후에 시행한 혈관조영술상 뇌동맥류 내의 코일의 상태는 변화 없었다(Fig. 2D).

증 례 3 : 제 3 번 뇌신경 마비를 동반한 후교통 동맥 동맥류

환 자 : 정○○, 여자, 42세.

현병력 : 내원 한달 전부터 우측 안검 하수가 있었다. 신경학적 검사상 우측 동공 부동(6mm/3mm), 우측 동공의 대광 반사는 없었으며 불완전 안검 하수가 관찰되었다. 뇌혈관조영술상 우측 후교통 동맥에 18×18mm 크기의 동맥류와 2×3mm 크기의 중대뇌동맥의 동맥류가 관찰되었다(Fig. 3A).

시술 소견 및 시술 후 결과 : 14개의 detachable coils을 이용한 뇌동맥류 색전술을 시행하였다. 시술 직후 우측 안검 하수는 악화되었으나, 시술 5일째에 호전되기 시작하여, 2주일 째에 좌측 동공반사 및 안검 하수가 완전히 회복되었다. 시술 6개월 후에 시행한 혈관조영술상 뇌동맥류 내의 코일의 상태는 변화 없었다(Fig. 3B).

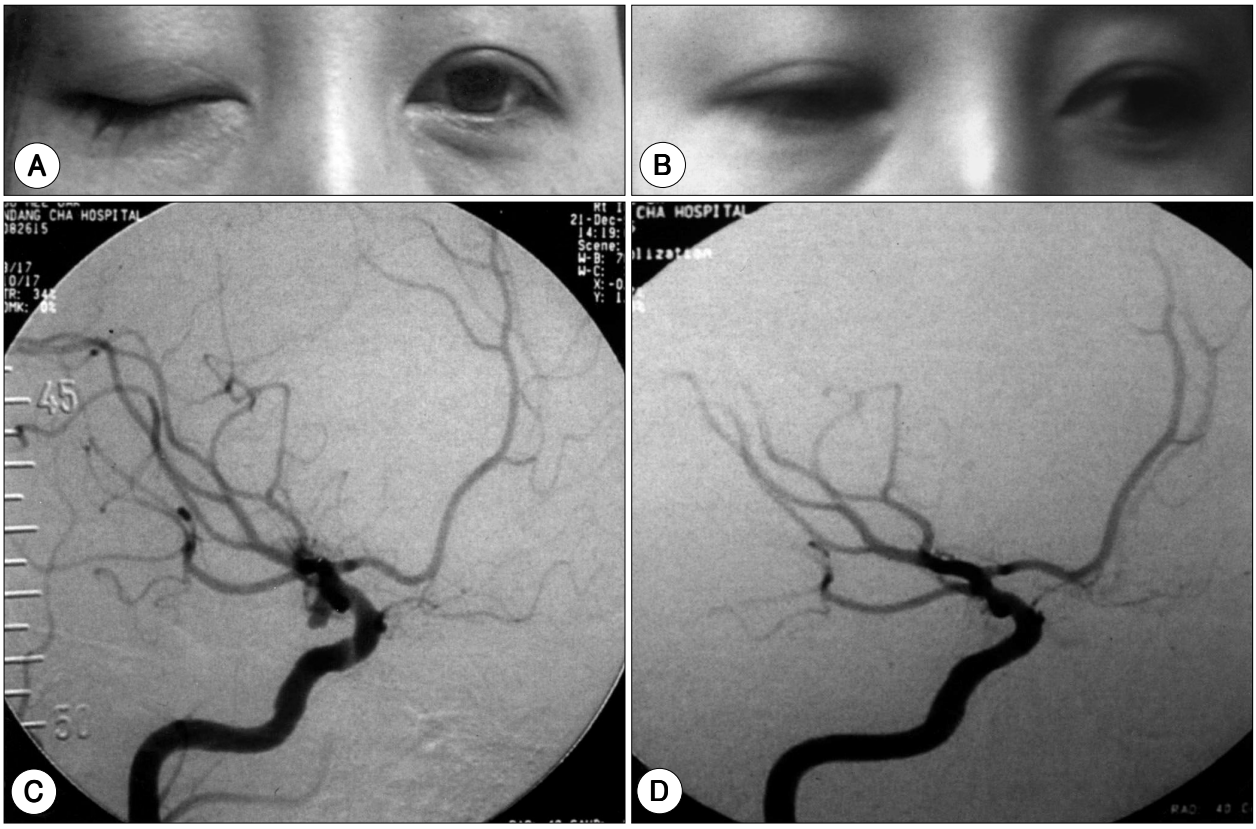

Fig. 2. A : Photograph showing ptosis on the right eyelid at admission. B : Photograph revealing improved ptosis POD 7days later. C : Right carotid arteriogram, demonstrating 2.8×3.8×6.0mm sized, enlongated aneurysm arising from posterior communication(p-com) artery with narrow neck. D : Right carotid arteriogram obtained at five days after the embolization, demonstrating persistant coil packing in right p-com aneurysm sac.

증 례 4 : 제 6 번 뇌신경 마비를 동반한 해면 정맥동 부위의 내경 동맥 동맥류

현병력 : 내원 일년 전부터 복시 현상이 있었다. 신경학적 검사상 제 6 번 뇌신경 마비 외 특이 소견은 없었다. 뇌혈관조영술상 해면 정맥동 부위의 내경 동맥에 22×22mm 크기의 동맥류가 관찰되었다(Fig. 4A).

시술 소견 및 시술 후 결과 : 25개의 detachable coils을 이용한 뇌동맥류 색전술을 시행하였다. 시술 후부터 마지막 추적 검사의 5개월까지 제 6 번 뇌신경 마비는 변함이 없었다. 시술 5개월 후에 시행한 혈관조영술상 뇌동맥류 내의 코일의 상태는 변화 없었다(Fig. 4B).

증 례 5 : 우측 반신 부전마비를 동반한 거대 기저 동맥 동맥류

환 자 : 민○○, 여자, 31세.

현병력 : 1년 전부터 두통, 우측안구 동통, 우측 반신 마비, 양안 복시가 있어 왔으나 보존적 치료만 하였으며, 내원 두 달전 부터 복시 및 우측 반신 마비 증상이 심해져 입원하였다. 신경학적 검사상 우측 안면 신경마비, grade IV정도의 우측 부전마비가 있었다. 뇌자기공명영상에서 혈전과 동반된 동맥류가 뇌간을 압박하고 있었다(Fig. 5A). 뇌혈관조영술상 기저 동맥을 왼쪽으로 편위시키는 30mm 크기의 거대 구형 동맥류가 관찰되었다. 2주간 물리 치료 등 보존적 치료 도중 우측 부전 마비는 grade II로 악화되었다. 재촬영한 자기공명영상에서 동맥류 내에 급성 출혈이 의심되었으며 동맥류에 의한 뇌간 압박은 더 심해진 소견을 보였다(Fig. 5B). 시술 당일 시행한 뇌혈관조영술에서 뇌동맥류는 경부가 좀 더 명확해졌으며, 동맥류 내의 반복적인 출혈 및 혈전의 형성으로 동맥류의 내경은 줄어들고 기저 동맥의 편위는 더 심해져 있었다(Fig. 5C). 24개의 코일을 이용하여 95%이상 GDC 색전에 성공하였다. 시술 후 혈전의 염증 및 부종으로 인한 신경학적 증상의 악화를 예방하기 위하여 단기간 고용량의 스테로이드를 주사하였으며, 시술 2일째부터 증상의 호전을 보여 시술 7일째 grade IV이상으로 호전되어 보행이 가능하였으며, 시술 9일째 추적한 뇌혈관조영술상 색전된 동맥류의 경부가 약간 열려 있었으나, 동맥류 내부로의 혈류의 흐름은 관찰되지 않았다(Fig. 5D).

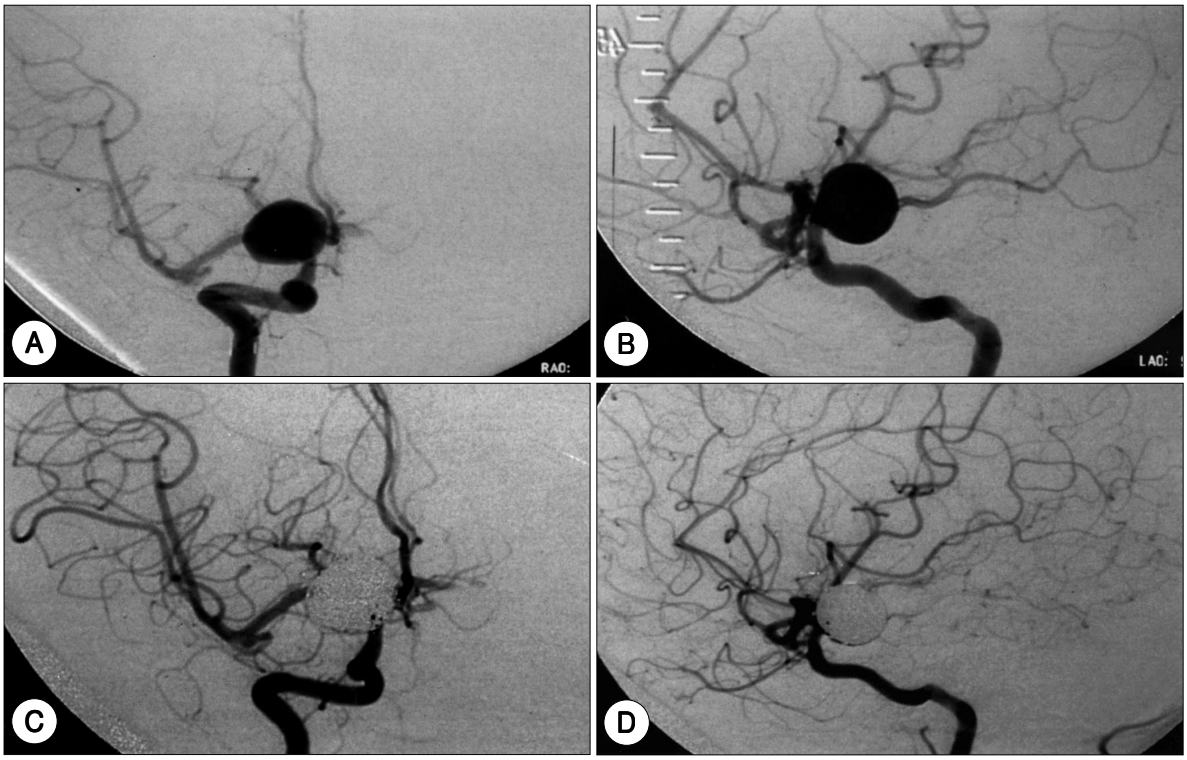

Fig. 3. A, B : Right carotid arteriogram, demontrating 18.0×18.0mm sized, saccular aneurysm on posterior communication(p-com) artery with narrow neck. C, D : Right carotid arteriogram obtained at six months after the embolization, demonstrating persistant coil packing in right p-com aneurysm sac.

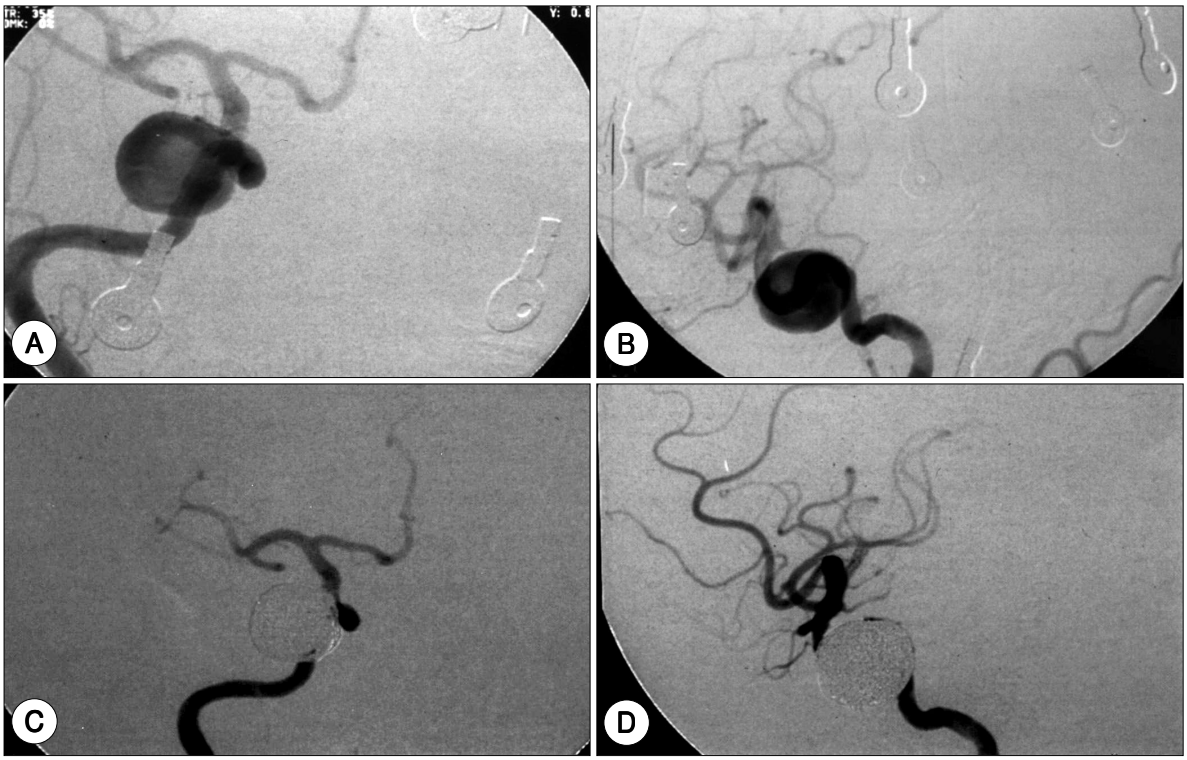

Fig. 4. A, B : Right carotid arteriogram, demontrating 22.0×22.0mm sized, saccular aneurysm on cavernous ICA with wide neck. C, D : Right carotid arteriogram obtained at five months after the embolization, demonstrating persistant coil packing in right cavernous ICA aneurysm sac.

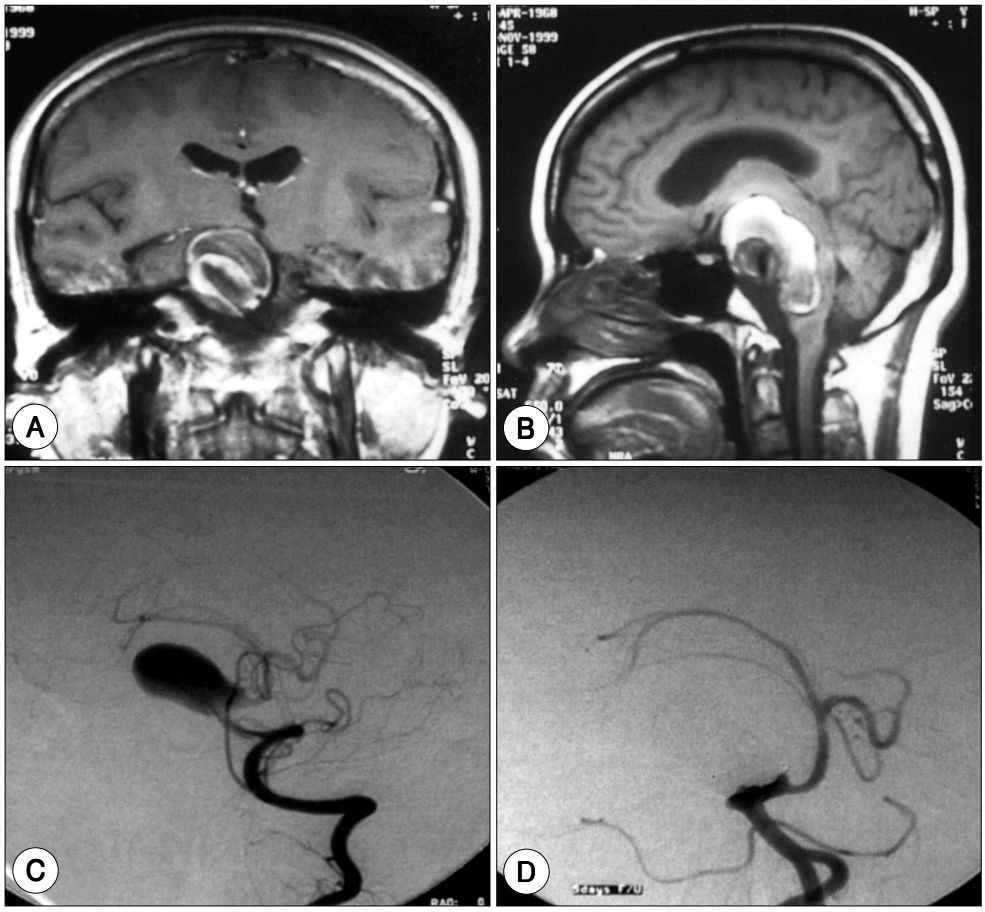

Fig. 5. A : T2W1 image, coronal section, demontrating a predominantly well organized lamellated thrombosed aneurysm with slight edema in the surrounding aneurysm. B : T2W1 image, sagittal section, demontrating more compression of brain-stem and edema in the surrounding aneurysm after 2 weeks. C : Lt. vertebral arteriogram, a giant thrombosed aneurysm with wide neck arising from the mid-basilar artery, shifting basilar artery. D : Lt. vertebral arteriogram, obtained at nine days after the embolization, demonstrating persistent coil packing of a giant mid-basilar artery aneurysm with a small opening on the neck of aneurysm, but no filling within an aneurysm sac.

고 찰

뇌동맥류에 대한 전기혈전용해 코일을 이용한 치료는 1989년 Guglielmi에 의해 개발되어 1990년에 처음 임상적으로 시도되었으며[10)19)], 현재는 뇌동맥류에 대한 코일을 이용한 색전술은 결찰술과 함께 뇌동맥류가 파열되는 것을 예방할 수 있는 효과적인 치료법으로 알려지고 있다[9)10)14)19)20)25)]. 신경 압박 증상 및 징후를 유발하는 동맥류의 대부분은 비교적 큰 동맥류이며, 이는 병태생리학적 특징, 동맥류의 성장 기전, 자연 경과 및 수술적 혹은 비수술적 치료에 대한 반응 등의 여러 측면에서 소동맥류와 다르다[2)3)8)]. 출혈의 소견 없이 신경 압박 증상을 유발하는 뇌동맥류의 빈도는 저자마다 다르지만, Solomon등[22)]에 의하면 8%, Ferguson과 Drake[8)]는 내경 - 안(carotid - ophthalmic)동맥류의 경우 25%로 보고하고 있으며. 거대 동맥류의 경우는 19 79%로 다양하다[4)17)21)]. 일반적으로 크기가 큰 동맥류와 거대 동맥류의 예후는 소동맥류 보다 좋지 않으며, 동맥류 벽의 석회화나 벽성 혈전(mural thrombus) 자체가 동맥류의 파열을 보호하지 못하는 것으로 알려져 있다[21)]. 5번째 증례에서 보면 동맥류 내의 반복적인 출혈로 인한 혈전 및 동맥류 크기의 증가로 신경압박 증상이 악화되었다. 중재적 혈관내 색전술이 동맥류의 신경 압박 증상에 대하여 효과가 있다는 보고는 초기에 증례 중심으로 보고 되었으나 최근 여러 임상연구를 통해 발표하고 있다[2)5)7)]. 초기의 Aymard 등[1)]은 신경 압박 증상을 보인 8명의 뇌동맥류 환자에서 6명에서 증상의 호전을 보였으며, Debrun 등[5)]은 9명의 거대동맥류 환자중 신경 압박 증상을 보인 5례 모두 중재적 혈관내 시술 뒤 완전 호전이 있었다고 보고하고 있다. 최근에 Halbach 등[15)]은 26례 중 13례(50%)가 완전한 호전을 보였고, 11례(42%)는 증상의 완화, 2례(8%)에서는 변화가 없었다고 보고하였다.

또한 동맥류 내의 혈전 흡수로 인한 동맥류의 크기가 감소

되는 것이 뇌동맥류의 신경 압박으로부터 신경 증상의 호전을 일으키는 기전으로 보았으나 본 교실의 2례의 소형 동맥류의 경우 중재적 혈관내 색전술 후 동맥류 크기의 변화가 없이 증상의 호전이 빠르게 일어났으며, 5번째 증례의 경우 동맥류 벽에 석회화가 심하고 시술 뒤 동맥류 크기의 변화가 없이 증상의 호전이 있어 신경 압박에 대한 증상 호전에는 동맥류의 크기의 감소외에 다른 기전이 있으리라 추측된다. 거대 동맥류의 경우 시술 뒤 동맥류 주위 뇌 실질의 부종 감소, 동맥류 내의 혈전 형성의 감소 및 중지, 동맥류의 성장이 멈춘 후 압박신경의 적응 등이 이론적으로 가능한 기전으로 보고하고 있다. Vargas 등과 Martin 등도 GDC 색전술이 신경 압박 증상에 호전이 있음을 보고하고 있다[7)20)]. 또한 Guglielmi 등[19)]에 의하면 GDC를 통한 치료가 74%(32% - 완전호전, 42% - 증상의 완화)에 있어서 좋은 결과, 21%에서는 증상의 변화가 없었으며, 5%에서는 악화되었으며 11%에서 일시적인 증상의 악화가 있었으나 저절로 완화되었다고 보고하고 있다. 이들은 동맥류의 크기와 시술 전 증상의 지속기간이 증세 호전의 예후와 관련이 있으며 동맥류 벽의 석회화와 벽성 혈전은 예후와는 관련이 없다고 보고하고 있다[13)].

본 교실에서도 증상의 지속기간이 비교적 짧았던 증례 1, 2, 3, 5의 경우가 신경 압박 증상의 호전이 빠르게 진행되었으며 증례 5의 경우는 증상의 악화가 일어나기 전 상태까지 빠르게 호전을 보였다. 반면 증상의 지속 기간이 길었던 증례 4의 경우는 변화가 없었다. 또한 동맥류의 크기도 소동맥류인 증례 1, 2와 대형 동맥류였던 증례 3에서 증상의 완전 호전을 보였다. 본 교실의 증례 중 증상의 호전이 있었던 경우 동맥류의 크기와 관계없이 시술 뒤 증상의 호전 속도가 증상의 지속 기간이 짧을수록 빨랐다는 점에서 위에 언급된 가설 외에 동맥류 내로의 혈류 흐름을 차단하여 뇌혈류 압력이 동맥류로 전달되지 못하게 함으로써 동맥류의 혈류 박동에 의한 더 이상의 신경자극이 없게 함과 동시에 신경의 적응이 색전술 뒤 신경증상의 호전에 또 하나의 중요한 기전으로 생각된다. 두터운 벽성 혈전과 석회화를 가진 거대 동맥류의 경우에서 동맥류에 의한 신경 압박의 감소는 색전술 후 거대 동맥류내 혈종의 완전 혈전이 일어난 뒤에 일어난다고 보고되고 있으나[23)], 본 교실의 증례 5의 거대 동맥류는 시술 뒤 완전 혈전이 일어나기 전에 증상의 호전을 보이기 시작한 것으로 보아 동맥류내의 혈전 형성의 중지로 인한 동맥류의 크기의 감소, 뇌실질의 부종의 감소, 압박되었던 신경의 적응 뿐만아니라 다른 증례에서와 같이 동맥류내로의 혈류 흐름의 차단으로 인한 동맥류 자체의 박동에 의한 충격이 신경에 전달되지 않게 한 것이 거대 동맥류에서도 중요한 기전이라고 생각된다. 증례 4의 경우는 증상의 변화가 없었으며, 증례 5의 경우도 증상의 향상이 있었으나 완전 호전이 없는 것으로 보아 증상의 지속 기간이 예후에 크게 영향을 미침을 유추할 수 있다. 이 분야에 있어 아직도 많은 논란이 있으며 앞으로 지속적인 관심과 연구가 필요할 것이다.

결 론

최근 비파열성 동맥류에 대한 혈관내 GDC 색전술은 결찰술과 함께 동맥류의 파열을 예방할 수 있는 효과적인 치료법으로 알려지고 있다. 본 신경외과에서는 1996년 4월부터 2000년 4월까지 뇌동맥류에 대한 혈관내 GDC 색전술을 시행한 59례 중 동맥류에 의한 뇌조직이나 뇌신경 압박의 증상을 보인 5례의 비파열성 동맥류를 대상으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 후교통 동맥 동맥류에 의한 제3번 뇌신경 마비 3례 모두 혈관내 GDC 색전술을 시행한지 5일 이내에 호전되었다.

2) 제6번 뇌신경 마비를 동반한 해면 정맥동 부위의 내경동맥 동맥류 1례는 효과가 없었다.

3) 뇌간 압박을 보인 기저 동맥 동맥류 1례는 2일 이내에 호전되었다.

이상에서 뇌조직 및 신경 압박을 보인 비파열성 동맥류에서 혈관내 GDC 색전술은 80%에서 효과가 있었으며, 혈관내 색전술은 결찰술에 대한 이차적인 보조 치료법이 되리라 생각된다. 또한 동맥류의 신경 압박에 의한 신경 장애의 기전이 동맥류 자체의 단순한 압박보다는 동맥류의 혈류 박동에 의한 압박이 더 중요하리라 생각된다. 그러나 신경 압박에 대한 동맥류 크기 및 위치 등 다양한 요인들에 대한 분석이 필요하며, 충분한 증례와 장기적인 추적 관찰이 필요하리라 생각한다.

• 논문접수일 : 2000년 7월 18일
• 심사완료일 : 2000년 11월 7일
• 책임저자 : 안 정 용
463 - 712 경기도 성남시 분당구 야탑동 351
포천중문의과대학 분당차병원 신경외과학교실
전화 : 031) 780 - 5260, 전송 : 031) 780 - 5261
E - mail : jyahn@cha.ac.kr

References

1) Aymard A, Gobin YP, Hodes JE, Bien S, Rufenacht D, Reizine D, et al : *Endovascular occlusion of vertebral arteries in the treatment of unclippable vertebrobasilar aneurysms. J Neurosurg 74 : 393-398, 1991*
2) Artmann H, Vonofakos D, Muller H, Grau H : *Neurora-*

diologic and neuropathologic findings with growing giant intracranial aneurysm. Review of the literature. Surg Neurol 21 : 391-401, 1984

3) Asari S, Ohmoto T : *Natural history and risk factors of unruptured cerebral aneurysms. Clin Neurol Neurosurg 95 : 205-214, 1993*
4) Barrow DL, Alleyne C : *Natural history of giant intracranial aneurysms and indications for intervention. Clin Neurosurg 42 : 214-244, 1995*
5) Debrun G, Fox A, Drake C, Peerless S, Girvin J, Ferguson G : *Giant unclippable aneurysms : treatment with detachable balloons. AJNR 2 : 167-173, 1981*
6) Drake CG : *Giant intracranial aneurysms : Experience with surgical treatment in 174 patient. Clin Neurosurg 26 : 12-95, 1979*
7) Ezura M, Takahashi A, Yoshimoto T : *Combined intravascular parent artery and ophthalmic artery occlusion for giant aneurysms of the supraclinoid intermal carotid artery. Surg Neurol 47 : 360-363, 1997*
8) Ferguson GG, Drake CG : *Carotidophthalmic aneurysms : visual abnormalities in 32 patients and the results of treatment. Surg Neurol 16 : 1-8, 1981*
9) Graves VB, Strother CM, Duff TA, Perl J : *Early treatment of ruptured aneurysms with Guglielmi detachable coils : Effect on subsequent bleeding. Neurosurgery 37 : 640-648, 1995*
10) Guglielmi G, Vinuela F, Dion J, Duckwiler G : *Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 2 : Preliminary clinical experience. J Neurosurg 75 : 8-14, 1991*
11) Gugliemi G, Vinuela F, Duckwiler G : *Coilinduced thrombosis of intracranial aneurysms, in Maciunas RJ(ed) : Endovascular Neurological Intervention. Park Ridge, III : American Associatioin of Neurological Surgeons, 1995, pp179-188*
12) Guglielmi G, Vinuela F, Duckwiler G, Dion J, Lylyk P, Berenstein A, et al : *Endovascular treatment of posterior circulation aneurysms by electrothrombosis using electrically detachable coils. J Neurosurg 77 : 515-524, 1992*
13) Guglielmi G, Vinuela F, Sepetka I, Macellari V : *Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 1 : Electrochemical basis, technique, and experimental results. J Neurosurg 75 : 1-7, 1991*
14) Gurian JH, Martin NA, King WA, Duckwiler GR, Guglielmi G, Vinuela F : *Neurosurgical managemant of cerebral aneurysms following unsuccessful of incomplete endovascular embolization. J Neurosurg 83 : 843-853, 1995*
15) Halbach VV, Higashida RT, Dowd CF, Barnwell SL, Fraser KW, Smith TP, et al : *The efficacy of endosaccular aneurysms occlusion in alleviating neurological deficits produced by mass effect. J. Neurosurg 80 : 659-666, 1994*
16) Higashida RT, Halbach VV, Hieshima GB, Weinstein PR, Hoyt WF : *Treatment of a giant carotid ophthalmic artery aneurysm by intravascular balloon embolization therapy. Surg Neurol 30 : 382-386, 1988*
17) Lawton MT, Spetzler RF : *Surgical management of giant intracranial aneurysms : experience with 171 patients. Clin Neurosurg 42 : 245-266, 1995*
18) Litofsky NS, Vinuela F, Giannotta SL : *Progressive visual loss after electrothrombosis treatment of a giant intracranial aneurysms : case report. Neurosurgery 34 : 548-551, 1994*
19) Malisch TW, Guglielmi G, Vinuela F, Duckwiler G, Gobin YP, Martin NA, et al : *Unruptured aneurysms presenting with mass effect symptoms : response to endovascular treatment with Guglielmi detachable coils. J Neurosurg 89 : 956-961, 1998*
20) Martin D, Rodesch G, Alvarez H, Lasjaunias P : *Preliminary results of embolization of nonsurgical intracranial aneurysms with GD coils : the 1st year of their use. Neuroradiology 38 (Suppl 1) : S 142-S 150, 1996*
21) Morley TP, Barr HWK : *Giant intracranial aneurysms : diagnosis, course, and management. Clin Neurosur 16 : 73-94, 1969*
22) Solomon RA, Fink ME, Pile-Spellman J : *Surgical management of unruptured intracranial aneurysms. J Neurosurg 80 : 440-446, 1994*
23) Strother CM, Eldevik P, Kikuchi Y, Graves V, Partington C, Merlis A : *Thrombus formation and structure and the evolution of mass effect in intracranial aneurysms. treatment by balloon embolization : Emphasis on MR findings. AJNR 10 : 787-796, 1989*
24) Taki W, Nishi S, Yamashita K, Sadatoh A, Nakahara I, Kikuchi H, et al : *Selection and combination of various endovascular techniques in the treatment of giant aneurysms. J Neurosurg 77 : 37-42, 1992*
25) Vinuela F, Duckwiler G, Mawad M : *Guglielmi detachable coil embolization of acute intracranial aneurysms : Perioperative anatomical and clinical outcome in 403 patients. J Neurosurg 86 : 475-482, 1997*